

Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität

Reinhard Resch^{1*}

Zusammenfassung

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde in den Jahren 2010 bis 2012 ein Systemvergleich zwischen drei unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren, nämlich Bodentrocknung, Kaltbelüftung und Luftentfeuchter-trocknung, durchgeführt.

Die Ergebnisse der chemischen und organoleptischen Untersuchungen zeigten, dass die Heubelüftungsverfahren qualitative Vorteile, insbesondere bei Rohprotein, β -Carotin, der OM-Verdaulichkeit und Futterenergie (ME und NEL) sowie bei den sensorischen Parametern Geruch, Farbe und Staubigkeit gegenüber der Bodentrocknung von Heu brachten. Unter den Bedingungen der insgesamt 11 Einzelversuche schnitt die Luftentfeuchter-trocknung in 5 Fällen besser ab als die Kaltbelüftung und in 9 Fällen besser als die Bodentrocknung. Technische Störungen wirkten sich bei Luftentfeuchter-trocknung in 4 Fällen negativ auf die Heuqualität aus. Während der Lagerung kam es in allen Trocknungsvarianten zu nicht unerheblichen Qualitätsverlusten an β -Carotin, OM-Verdaulichkeit und Futterenergie, wobei die Einbußen bei der Variante Bodentrocknung höher waren als bei Kaltbelüftung oder Luftentfeuchter-trocknung.

Schlüsselwörter: Heuqualität, Raufutterqualität, Heubelüftung, Unterdach-trocknung, Qualitätsverluste

Summary

In the years 2010 to 2012 a comparison of three different hay-drying-techniques was carried out at AREC Raumberg-Gumpenstein. The treatments „traditionell field drying“, „cold air drying“ and „dehumidification technique“ were tested with forage of permanent grassland, cut four times per year.

The results of chemical and organoleptic analysis showed advantages of the two ventilation drying treatments in terms of hay quality compared with field drying, especially for crude protein, β -carotene, digestibility of organic matter and energy concentration but also for sensoric parameters like smell, colour and dust. In 5 of 11 trials the dehumidification technique significantly resulted in better hay quality than ventilation drying with cold air and in 9 cases better results could be achieved than by field drying. Technical disfunctions of the dehumidification technique caused negative effects on hay quality in 4 cases. During storage of hay quality losses concerning β -carotene, digestibility of organic matter and energy concentration occurred in all treatments, but were highest in the case of traditional field drying.

Key words: hay quality, roughage quality, ventilation drying, quality losses

Einleitung

Bedingt durch die Topographie im benachteiligten Gebiet und regionale Konzentration von Schnittkäseerzeugung haben sich in Österreich Gebiete erhalten, wo fast ausschließlich „Heumilch“ produziert wird. Die Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Heumilchbauern trug mit einem qualitätsorientiertes Marketingkonzept dazu bei die Heuwirtschaft wieder attraktiver zu machen. Der erfolgreiche Verkauf von Heumilchprodukten im In- und Ausland sind hierfür eine Bestätigung. In Abhängigkeit der Preiserhöhung von Protein- und Energiekraftfutter verspüren Heumilchbetriebe in den letzten Jahren genauso wie Gärfutterbetriebe einen gewissen Druck die Qualität des eigenen Grundfutters zu verbessern. Laut Stockinger (2009) stehen 24% der Gewinnreserven in der Milchproduktion in Zusammenhang mit Grundfutter und dessen Qualität. Die Sicherstellung der Qualität des wirtschaftseigenen Grünlandfutters, als Fundament einer wirtschaftlich erfolgreichen Milchproduktion, wird daher für Heubauern zunehmend wichtig.

Der überwiegende Teil des konservierten Raufutters stammt in Österreich aus Dauergrünlandflächen, die je nach Bewirtschaftungsintensität 1 bis 4 mal (max. 6 mal im Vorarlberger Rheintal) jährlich gemäht werden. Heu wird vom Niederungsgrünland auf 400 m bis zum alpinen Grünland der Bergmäher auf über 2000 m Seehöhe erzeugt. Österreichische Projektstudien der letzten fünf Jahre (Resch, 2013) ergaben, dass sich die Betriebe der Heuproduzenten im Durchschnitt auf rund 850 m Seehöhe befanden.

Die traditionelle Bodentrocknung von Grünlandfutter nutzt ausschließlich die Sonnenenergie zur Futtertrocknung. Dieses Verfahren braucht die längste Feldphase für die Vortrocknung und trägt daher das größte Wetterisiko. Trockenmassegehalte von ca. 800 g/kg FM bei der Ernte erhöhen einerseits die Wahrscheinlichkeit von Qualitätsverlusten durch Abbröckelung der Blattmasse (Resch *et al.*, 2009) und andererseits das Risiko einer massiven Entwicklung der vorhandenen epiphytischen Mikroflora (Adler, 2002) im feuchten Erntegut.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Referat für Futterkonservierung und Futterbewertung, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ing. Reinhard RESCH, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at



Unterdachtrocknungen ermöglichen in Abhängigkeit vom Verfahren eine Futterernte mit höheren Wassergehalten. Der Vorteil dieser Technik ist einerseits die Verkürzung der Feldphase und damit die Reduktion des Wetterrisikos und andererseits bröckelt die qualitativ wertvolle Blattmasse bei feuchterem Erntegut nicht so leicht ab.

Mit Zunahme des Wassergehaltes im Futter steigt die Herausforderung für die verschiedenen Unterdachtrocknungsverfahren, weil mehr Wasser aus dem Erntegut in kurzer Zeit herausgetrocknet werden muss, um einen massiven mikrobiologischen Verderb zu verhindern. Physikalische Eigenschaften des Futters und anlagentechnische Auslegungen erfordern vom Landwirt technisches Verständnis und Feingefühl in der Anlagenbedienung, ansonsten verursacht die Trocknung hohe Kosten und bringt nicht den optimalen Erfolg.

Kaltbelüftungen haben nur einen eingeschränkten Trocknungseffekt. Insbesondere bei kühlen Temperaturen oder hohen Luftfeuchtigkeiten ist die Wasseraufnahme der Luft sehr gering und das reduziert die Effektivität der Heutrocknung (Nydegger *et al.*, 2009). Belüftung mit Kaltluft hat Grenzen im Hinblick auf den Wassergehalt des Futters.

Trocknungsverfahren mit Luftanwärmung oder Luftentfeuchtung können auch bei ungünstigen Lufttemperaturen bzw. -feuchtigkeiten entsprechende Wassermengen aus dem Futter abführen (Gindl, 2002). Mit entsprechendem Energieeinsatz könnte mit derartigen Verfahren auch frisches Grünfutter getrocknet werden, allerdings steigen hier die Kosten stark über ein wirtschaftliches Maß hinaus.

In den vergangenen Jahrzehnten wurde im Grundfutterbereich hauptsächlich die Silagekonservierung beforscht, Raufutter wurde vernachlässigt. Wissen über die Qualität von Raufutter, das auf der Basis von exakten Versuchsbedingungen ermittelt wurde, ist in Österreich speziell im Zusammenhang mit modernen Trocknungsverfahren, wie z.B. Luftentfeuchtungstrocknung, nicht vorhanden. Experimentelle Systemvergleiche unter gleichen Bedingungen sind notwendig, um exakte Aussagen für die Praxis hinsichtlich mengen- und qualitätsmäßiger Feld- bzw. Verfahrensverluste bei der Konservierung und Lagerung untersuchen zu können. Hier besteht in der landwirtschaftlichen Praxis großer Wissensbedarf.

Fragestellung

Das Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft (LFZ) Raumberg-Gumpenstein hat insbesondere seit 2007 mit mehreren Projekten einen Schwerpunkt zur Heuqualität gesetzt. Mit dem Projekt „Heutrocknung“ wurden exakte Versuchsbedingungen definiert, um praxisorientierte Aussagen über die Effekte unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren treffen zu können. Der interdisziplinäre Ansatz des Projektes verfolgte: Technische Fragen zu Heutrocknungsverfahren und Feldverlustmessung, qualitative Veränderungen im Konservierungsprozess, Veränderungen in der Futterhygiene, Futteraufnahme, tierische Leistungen und Produktqualität sowie Kosten-/Nutzenuntersuchungen der Konservierungsverfahren. In der nachstehenden Arbeit wurden Untersuchungen in punkto Veränderungen der Heuqualität vom Erntegut bis zur Futtervorlage durchgeführt.

Material und Methoden

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde der Systemvergleich zwischen drei Trocknungsverfahren für Raufutter (Bodentrocknung ohne Belüftung, Kaltbelüftung, Luftentfeuchtungstrocknung) und Grassilage (System Rundballensilage) über drei Jahre (2010 bis 2012) und vier unterschiedliche Grünlandaufwüchse (1. bis 4.), angestellt. Die prozessorientierte Fragestellung inkludierte darüber hinaus den Faktor Lagerungsphase, um qualitative Veränderungen vom Feld bis auf den Futtertisch abbilden zu können.

Das Ausgangsmaterial, die 12 ha große „Stainacherwiese“, war ein Dauerwiesen-Mischbestand mit einem durchschnittlichen Artengruppenverhältnis von 57% Gräsern, 21% Leguminosen und 22% Kräutern im 1. Aufwuchs. In den Folgeaufwüchsen verschob sich das Verhältnis auf 51% Gräser, 24% Leguminosen und 25% Kräuter. Im Versuchsjahr 2012 wurden anstatt vier nur drei Aufwüchse geerntet, weil der 2. Aufwuchs aufgrund einer Überflutung der Wiesenfläche und starker Futterverschmutzung entsorgt werden musste. Die Mahd der Versuchsfläche wurde im Jahr 2010 ohne Mähauflbereitung, in den Folgejahren 2011 und 2012 mit Knickzetter-Auflbereitung durchgeführt. Futterbearbeitung (Zetten, Schwaden) und Einfuhr des Erntegutes (Ladewagen) wurde in den drei Versuchsjahren und bei allen Aufwüchsen mit den gleichen Maschinen erledigt.

Futteranalysen

Die Probeziehung erfolgte bei der Einfuhr des Erntegutes von mindestens zwei Ladewagen durch mindestens 20 zufällig verteilte Einstiche mittels Stechzylinder (Innendurchmesser 5 cm). In der Lagerungsphase wurden die Heuproben vom Heustock ebenfalls an unterschiedlichen Stellen (mindestens 20 Einstiche) bis in einer Tiefe von 150 cm gezogen. Der dynamische Beprobungsraster war: Einfuhr, nach 7, 14, 30 und nach 60 Tagen sowie vor Fütterungsbeginn. Die gesamte Probenmenge wurde entsprechend dem Mengenbedarf für die Analyse auf folgende Labors aufgeteilt: LFZ Raumberg-Gumpenstein, Futtermittellabor Rosenau, AGES Linz.

Die gravimetrische Bestimmung der absoluten Trockenmasse erfolgte nach Einwaage von 100 g Probe mittels 24 stündiger Ofentrocknung bei 105°C. Für die Wertanalyse wurden mindestens 300 g Probenmaterial bei 50°C über etwa 48 Stunden im Trockenschrank getrocknet. Der durchschnittliche Vermahlungsgrad betrug 1,0 mm. Die chemischen Analysen von Inhaltsstoffen (Weender, Gerüstsubstanzen, HCl-unlösliche Asche) und Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) erfolgten mit klassischen Verfahren im Laboratorium des LFZ Raumberg-Gumpenstein nach VDLUFA-Methodenbuch. Die Verdaulichkeit der organischen Masse wurde mit der in vitro-Zweistufenmethode (Tilley und Terry, 1963) modifiziert durch Resch (2004) untersucht. Futterenergiewerte wie Umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie-Laktation (NEL) wurden über Regressionskoeffizienten, basierend auf den DLG-Futterwerttabellen Wiederkäufer (1997), berechnet. Für die Bestimmung der wasserlöslichen Kohlenhydrate (Zucker) und Carotin wurde Probenmaterial gefriergetrocknet und ebenfalls auf 1 mm Korngröße gemahlen. Die Zucker- und Carotinanalyse wurde im Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich)

in Wieselburg durchgeführt. Organoleptische Bewertungen (Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigung) erfolgten am frisch beprobten Material mit der ÖAG-Sinnenprüfung nach Buchgraber (1999).

Statistische Auswertung

Die Daten des Heuprojektes wurden in einer MS-Access Datenbank erfasst und für die weitere Verarbeitung auf Richtigkeit und Plausibilität kontrolliert. Die deskriptiven Analysen wurden mit Hilfe des Programmes SPSS (Version 21), die mehrfaktoriellen GLM-Analysen mit STATGRAPHICS Centurion XV (Version 15.2.14) durchgeführt. In der Gestaltung des Projektes „Heutrocknung“ wurde Wert darauf gelegt die Ergebnisse statistisch aussagekräftig auswerten zu können (Haupteffekte und Interaktionen). Das Versuchsdesign des Projektes „Heutrocknung“ ermöglichte eine mehrfaktorielle Auswertung der Daten unter Berücksichtigung der Faktoren Jahr, Aufwuchs, Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer. Weiters wurde für jeden Qualitätsparameter eine Varianzkomponenten-Analyse durchgeführt. Das Ziel einer derartigen Analyse besteht darin, den Variabilitätsanteil zu schätzen, der jedem Faktor zuzuordnen ist (sogenannte Varianzkomponenten). In den nachstehenden Auswertungen wurde die Variante Grassilage nicht berücksichtigt. Aus der Vielzahl an Ergebnissen wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit in erster Linie statistische Effekte und Mittelwerte herausgearbeitet. In den nachstehenden Mittelwert-Tabellen wurden nur dann Signifikanz-Indizes angeführt, wenn Effekte in den *P*-Werten erkennbar waren. Ausgewählte grafisch aufbereitete Erkenntnisse sollen darüber hinaus markante Unterschiede, insbesondere hinsichtlich Heutrocknungsverfahren vermitteln.

Ergebnisse und Diskussion

Für die Einstufung von Raufutter-Qualitäten sind Konzentrationen von Inhalts- und Mineralstoffen im Futter sowie die Verwertbarkeit dieser Stoffe vom Nutztier aussagekräftig. Darüber hinaus sind Zucker, Vitamine und der hygienische Zustand von Heu ebenfalls sehr wichtige Qualitätsparameter. Die raufutterverzehrenden Nutztiere geben je nach Leistungsniveau die Maßstäbe für die Qualität vor.

Die nachstehenden Ergebnisse des Systemvergleichs von drei Heutrocknungsverfahren beziehen sich auf insgesamt 11 exakte Einzelversuche (4+4+3 Aufwüchse).

Inhaltsstoffe von Raufutter

Von zentraler Bedeutung in der Heukonservierung ist die rasche Erhöhung des Trockenmassegehaltes auf ein Niveau über 870 g/kg FM (Nydegger *et al.*, 2009), um eine Lagerstabilität zu gewährleisten. Meisser und Wyss (1999) fordern eine Mindest-TM bei Heu von 850 g/kg FM. Die Schwierigkeit der Produktion von Qualitätsheu fängt bereits am Feld mit der Empfindlichkeit der wertvollen Blattmasse hinsichtlich Abbröckelung an. Je höher der TM-Gehalt der Blätter ansteigt, umso leichter werden die Blattspreiten durch mechanische Bearbeitung (Zetten, Schwaden, Ernte) zerstört und gelangen nicht auf das Futterlager sondern verbleiben als Verlustmasse auf dem Feld liegen. Buchgraber und Gindl (2004) gehen bei durchschnittlichen Bedingungen von 10-20% Bröckelverlusten aus, Höhn (1986) von TM-Verlusten in der Größenordnung von 300 bis 700 kg TM/ha in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand. Bei einem Vergleich von Schwadverfahren und der Gegenüberstellung von zwei unterschiedlichen Bröckelverlustmessungstechniken brachten Sauter *et al.*, (2012) Streuungen zwischen 100 und 290 kg TM-Verluste/ha heraus.

Die mehrfaktorielle Auswertung zeigte, dass der Faktor Aufwuchs auf alle Inhaltsstoffe einen hoch signifikanten Einfluss ausübte (*P*-Werte in *Tabelle 1* kleiner 0,01). Laut Varianzkomponenten-Schätzung hatte der Aufwuchs den größten Effekt auf Rohprotein, Natrium und Kupfer. Mit jedem Aufwuchs stieg der Proteingehalt (121,1 auf 171,9 g/kg TM) und sank der Gehalt an Rohfaser (251,4 auf 195,5 g/kg TM). Die strukturierten Kohlenhydrate (NDF, ADF, ADL) verhielten sich mit jedem Aufwuchs nicht so linear wie die Rohfaser (*Tabelle 2*). Der 1. Aufwuchs enthielt im Durchschnitt die höchsten Zuckergehalte (154,4 g/kg TM), der 3. Aufwuchs mit 120,7 g die geringsten. Der 4. Aufwuchs besaß mit Abstand die höchsten durchschnittlichen β -Carotingehalte (117,6 mg/kg TM). Mit jedem Aufwuchs nahm der Rohaschegehalt zu (75,1 auf 109,3 g/kg TM). Genauso verhielt es sich mit dem Sandanteil (HCl-unlösliche Asche). Interessant ist, dass die Sandwerte beim 3. und 4. Aufwuchs die 20 Gramm-Marke deutlich überschritten. Nach Resch (2013) ist dieser Umstand, genauso wie Eisenwerte über 800 mg/kg TM ein Hinweis auf Futterverschmutzung mit Erde.

Für den Faktor Jahr waren mit Ausnahme der Trockenmasse nur hoch signifikante Effekte zu beobachten (*Tabelle 1*). Eine Analyse der Varianzkomponenten wies für ~70 % der

Tabelle 1: Haupt- und Wechselwirkungseffekte von Jahr, Aufwuchs, Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer auf unterschiedliche Inhaltsstoffe von Raufutter (*P*-Werte und *R*²)

Faktor	TM	XP	XF	NDF	ADF	ADL	NFC	XZ	XL	XA	Sand	Carotin
Jahr (J)	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aufwuchs (A)	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trocknungsverfahren (T)	0,106	0,042	0,914	0,527	0,647	0,388	0,884	0,187	0,257	0,952	0,532	0,000
Lagerungsdauer (L)	0,000	0,015	0,554	0,143	0,690	0,850	0,094	0,625	0,000	0,817	0,987	0,000
T x J	0,354	0,552	0,621	0,949	0,632	0,728	0,948	0,044	0,994	0,778	0,586	0,000
T x A	0,142	0,820	0,797	0,710	0,857	0,004	0,849	0,022	0,165	0,950	0,944	0,051
T x L	0,000	0,547	0,858	0,740	0,977	0,281	0,978	0,853	0,725	0,994	0,999	0,389
L x J	0,004	0,498	0,834	0,273	0,951	0,308	0,352	0,997	0,000	0,921	0,958	0,002
L x A	0,982	0,057	0,967	0,592	0,877	0,438	0,665	0,991	0,064	0,992	0,985	0,002
<i>R</i> ²	0,865	0,832	0,572	0,627	0,537	0,716	0,469	0,767	0,769	0,624	0,598	0,891

P-Werte bezogen auf Konfidenzlevel 95% (Methode LSD)

Tabelle 2: Auswirkung von Jahr, Aufwuchs, Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer auf unterschiedliche Inhaltsstoffe von Raufutter

Faktor	Anzahl	TM	XP	XF	NDF	ADF	ADL	NFC	XZ	XL	XA	Sand	Carotin
Gesamt	198	845,5	142,9	233,3	474,3	275,8	35,9	272,1	137,0	20,8	89,9	24,6	88,3
Jahr													
2010	72	853,2 ^b	149,9 ^c	238,0 ^b	469,6 ^b	277,3 ^b	37,6 ^b	272,7 ^b	119,9 ^a	18,3 ^a	89,4 ^b	22,3 ^a	51,2 ^a
2011	72	837,3 ^a	142,2 ^b	240,0 ^b	497,8 ^c	292,1 ^c	43,9 ^c	256,0 ^a	129,8 ^b	20,0 ^b	84,0 ^a	21,5 ^a	133,8 ^c
2012	54	846,1 ^{ab}	136,7 ^a	221,8 ^a	455,3 ^a	258,1 ^a	26,3 ^a	287,6 ^c	161,4 ^c	24,2 ^c	96,2 ^c	30,1 ^b	80,0 ^b
Aufwuchs													
1	54	846,9 ^a	121,1 ^a	251,4 ^c	504,1 ^c	285,4 ^b	37,2 ^b	283,4 ^b	154,4 ^d	19,9 ^a	71,5 ^a	12,8 ^a	73,5 ^a
2	54	860,5 ^b	134,0 ^b	247,1 ^{bc}	483,5 ^b	290,4 ^b	35,6 ^b	278,9 ^b	127,6 ^b	21,3 ^b	82,3 ^b	16,4 ^a	84,4 ^b
3	54	840,0 ^a	144,7 ^c	239,1 ^b	491,2 ^b	293,9 ^b	39,7 ^c	247,1 ^a	120,7 ^a	20,6 ^b	96,4 ^c	31,2 ^b	77,9 ^{ab}
4	36	834,7 ^a	171,9 ^d	195,5 ^a	418,2 ^a	233,7 ^a	31,2 ^a	279,2 ^b	145,5 ^c	21,4 ^b	109,3 ^d	38,1 ^c	117,6 ^c
Variante													
Bodentrocknung	66	839,4	140,5 ^a	233,1	477,9	278,5	35,6	270,8	134,6	20,5	90,3	25,7	71,5 ^a
Kaltbelüftung	66	852,0	142,8 ^{ab}	234,2	473,4	274,3	35,4	273,4	139,4	20,8	89,5	24,6	97,1 ^b
Entfeuchter	66	845,2	145,4 ^b	232,5	471,5	274,7	36,7	272,1	137,1	21,1	89,9	23,6	96,4 ^b
Lagerungsdauer													
0 (Einfuhr)	33	717,9 ^a	145,1 ^c	230,2	463,7	269,3	34,7	281,5	140,8	20,6 ^a	89,1	24,4	102,2 ^d
nach 7 Tagen	33	874,5 ^b	138,8 ^a	235,7	472,8	276,0	36,5	280,1	137,0	20,4 ^a	87,9	23,8	100,6 ^{cd}
nach 14 Tagen	33	866,6 ^b	139,5 ^{ab}	237,2	486,6	281,3	35,9	264,7	137,6	20,1 ^a	89,0	24,3	96,4 ^{cd}
nach 30 Tagen	33	874,3 ^b	142,5 ^{abc}	235,0	474,4	276,7	36,5	272,8	136,7	20,4 ^a	89,8	24,8	92,1 ^c
nach 60 Tagen	33	875,4 ^b	144,3 ^{bc}	233,5	476,7	275,4	36,0	267,5	134,2	20,2 ^a	91,3	25,7	75,2 ^b
Fütterung	33	864,4 ^b	147,3 ^c	228,1	471,3	276,4	35,9	266,0	135,9	23,2 ^b	92,1	24,9	63,4 ^a

Einheiten: TM [g/kg FM], Carotin [mg/kg TM], übrige Parameter [g/kg TM]

Parameter den Faktor Jahr als die größte Einflussquelle auf die Datenvariabilität der Inhaltsstoffe aus. Unter den vergleichbaren Bedingungen hatte der Faktor Trocknungsverfahren auf den Carotingehalt einen hoch signifikanten und auf Rohprotein einen signifikanten Einfluss. Die untersuchten Trocknungsverfahren wiesen mehrheitlich nur nicht signifikante Effekte hinsichtlich der Futterqualität auf. Der durchschnittliche Vorteil der Luftentfeuchtertrocknung gegenüber Bodentrocknung betrug bei Rohprotein 4,9 g/kg TM. In punkto β -Carotingehalt brachten es beide Belüftungstrocknungsverfahren im Durchschnitt auf ca. 25 mg höhere Gehalte in der TM (Tabelle 2).

Die Lagerungsphase wirkte sich laut Varianzkomponenten-Schätzung am stärksten auf den TM-Gehalt aus. Im Durchschnitt aller Varianten trocknete das Raufutter am Lager innerhalb von 7 Tagen auf über 870 g TM/kg FM ab und erreichte damit Lagerstabilität. Während beide Untertrocknungsverfahren schnell in den lagerstabilen TM-Bereich kamen, gelang dies bei Bodenheu nicht (siehe Abbildung 1) hoch signifikante Wechselwirkung zwischen Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer). Im Gegenteil, dort war die TM-Situation im Mittel der Jahre und Aufwüchse über die gesamte Lagerungsdauer grenzwertig. Der Carotingehalt wurde ebenfalls hoch signifikant während der Lagerung verändert. β -Carotin nahm nach der Einfuhr kontinuierlich ab. Bis zur Fütterung gingen durchschnittlich knapp 40 mg/kg TM verloren, das war eine Abnahme um 38% gegenüber den Gehaltswerten bei der Einfuhr. Der Proteingehalt nahm anfangs ab und stieg dann gegen Lagerungsende hin an (Abbildung 1). Vermutlich handelt es sich hier um eine dynamische Verschiebung von Inhaltsstoffen, weil im Trend ein leichter Rückgang bei Zucker bzw. Nichtfaser-Kohlehydraten (NFC) zu beobachten war. Der Rohfettgehalt war in den Aufwüchsen relativ konstant

bei ~21 g/kg TM. Arrigo (2010) stellte hingegen Zunahmen von 5 bis 10 g Fett/kg TM vom 1. auf den 3. Aufwuchs fest. Diese Tendenz in der Größenordnung von 3 bis 5 g Fettzunahme vom 1. zu den Folgeaufwüchsen kam auch in den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (Resch *et al.*, 2006) heraus.

Anhand der Gerüstsubstanzeanalyse lassen sich die Kohlenhydrate in der TM wesentlich realitätsnäher aufschlüsseln als mit der klassischen Rohfasernanalyse (Gruber *et al.*, 2009). Die Gesamtgehalte an strukturwirksamen Kohlenhydraten (NDF) lagen zwischen Aufwuchs 1 bis 3 relativ eng beieinander (Mittelwerte in Tabelle 2: 483,5 bis 504,1 g NDF/kg TM). Der 4. Aufwuchs hatte mit 418,2 g einen geringen NDF-Gehalt. Diese Werte entsprechen durchaus üblichen Werten der österreichischen Praxis (Resch, 2013). Die Ligningehalte (ADL) waren beim verwendeten Dauerwiesenfutter in einem Bereich von 35,9 g/kg TM (Standardabweichung +/- 9,1 g/kg TM), was gegenüber der Situation in Österreich deutlich geringer war. Das Trocknungsverfahren und die Lagerungsphase übten keinen Einfluss auf die Gehaltswerte der Gerüstsubstanzen aus. Im Vergleich zu durchschnittlichen österreichischen Heuqualitäten (Resch, 2013) war die Heuqualität im Projekt „Heutrocknung“ vom 1. Aufwuchs deutlich besser, in den Folgeaufwüchsen gleichwertig. Der Unterschied machte z.B. im Rohproteingehalt im 1. Aufwuchs durchschnittlich +13 g/kg TM, im 2. Aufwuchs +2,3 g, im 3. Aufwuchs -3,8 g und im 4. Aufwuchs +8,5 g gegenüber dem österreichischen Raufutter aus. Grund dafür war der frühere Erntezeitpunkt im 1. Aufwuchs, bedingt durch das 4-Schnittregime. Bei einer vergleichbaren Seehöhe von 650 m wurde in Österreich der 1. Aufwuchs am 28. Mai (Ableitung über Modell nach Resch, 2011) und im Projekt „Heutrocknung“ am 21. Mai, also eine Woche früher geerntet.

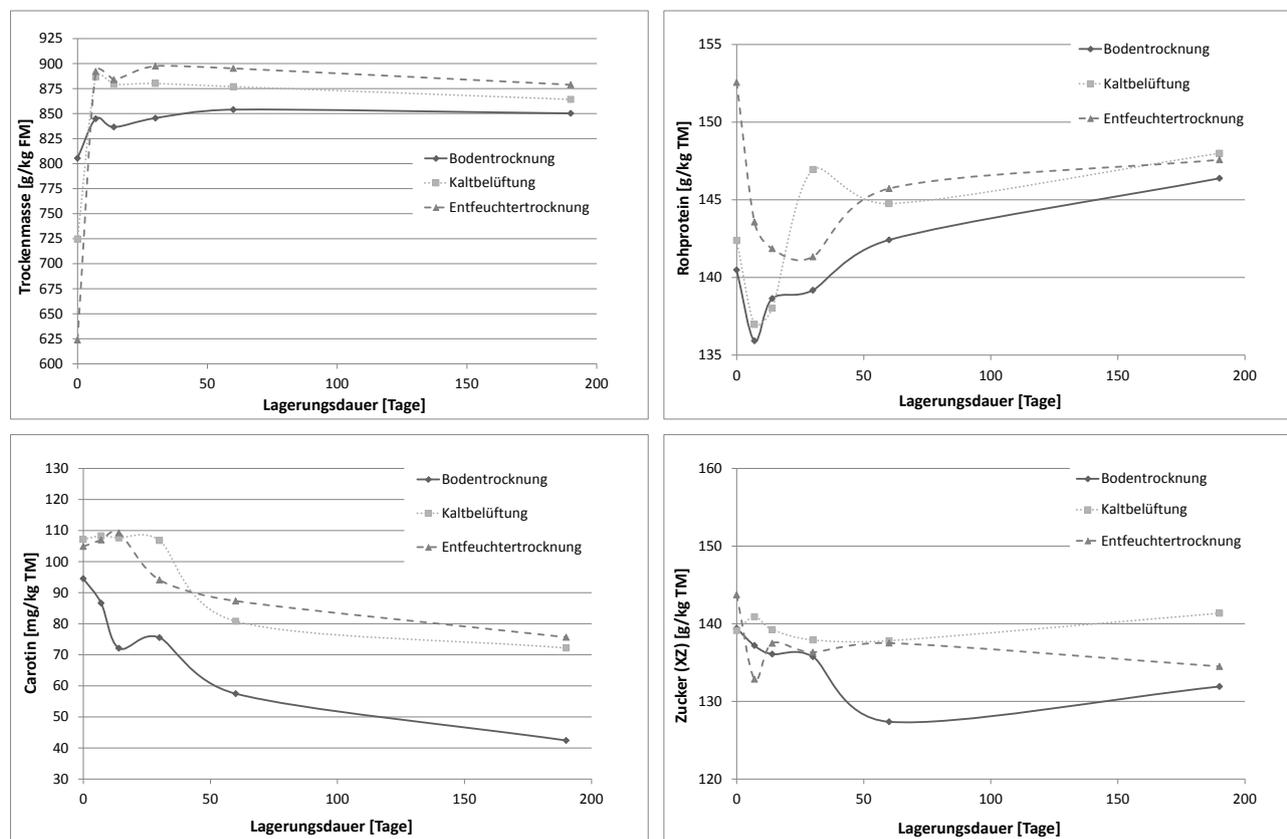


Abbildung 1: Einfluss von Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer auf TM-, Protein-, Carotin- und Zuckergehalt von Raufutter

Verdaulichkeit, Futterenergie und sensorische Qualität

Die tatsächliche Futterverwertung in einem Wiederkäuermagensystem kann recht gut über die in vitro-Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM) erhoben werden, deswegen wurde diese Methode im Projekt „Heutrocknung“ eingesetzt.

Im Gegensatz zu einer Schätzung der OM-Verdaulichkeit auf Basis Rohfasergehalt (Gruber *et al.*, 1997), ergab die in vitro-Messung eine deutliche Differenzierung der Ergebnisse, insbesondere für den Faktor Trocknungsverfahren, aber auch in der Lagerungsphase zeigte sich ein Abwärtstrend. Die *P*-Werte der GLM-Analyse lagen bei der Futterenergie (ME bzw. NEL) in allen Hauptfaktor-Effekten zumindest im signifikanten Bereich (Tabelle 3).

In den Qualitäten hing das Versuchsjahr 2010 gegenüber den beiden folgenden Jahren deutlich zurück. Das mag wohl auf den Umstand zurückzuführen sein, dass die Entfeuchteranlage aufgrund technischer Probleme anfänglich nicht optimal lief (Abbildung 3). Die Aufwüchse unterschieden sich hoch signifikant, wobei der 1. Aufwuchs ein sehr gutes Niveau von durchschnittlich 6,17 MJ NEL/kg TM erreichte. Der Einbruch der OM-Verdaulichkeit und Energie im 3. Aufwuchs konnte in allen drei Jahren beobachtet werden. Hierfür liefern die Inhaltsstoffe (Tabelle 2) keine plausible Erklärung.

Bodentrocknetes Raufutter war allgemein in der Qualität schlechter als die beiden belüfteten Varianten. Zwischen Kaltbelüftung und Luftentfeuchtertrocknung waren die auftretenden Differenzen statistisch nicht absicherbar. In

Tabelle 3: Haupt- und Wechselwirkungseffekte auf OM-Verdaulichkeit, Energie und sensorische Qualitätsparameter Geruch, Farbe, Struktur und Verunreinigung von Raufutter (*P*-Werte und *R*²)

Faktor	dOM	ME	NEL	Geruch	Farbe	Struktur	Schmutz	Punkte
Jahr (J)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,239	0,310	0,001
Aufwuchs (A)	0,000	0,000	0,000	0,542	0,064	0,000	0,000	0,215
Trocknungsverfahren (T)	0,006	0,013	0,014	0,004	0,000	0,000	0,051	0,000
Lagerungsphase (L)	0,149	0,020	0,041	0,008	0,380	0,055	0,011	0,003
T x J	0,143	0,169	0,178	0,075	0,004	0,021	0,617	0,009
T x A	0,184	0,265	0,271	0,011	0,053	0,017	0,264	0,021
T x L	0,985	0,996	0,996	0,583	0,935	0,759	0,942	0,842
L x J	0,924	0,966	0,965	0,806	0,596	0,160	0,104	0,710
L x A	0,130	0,202	0,160	0,702	0,706	0,234	0,035	0,399
<i>R</i> ²	0,666	0,668	0,669	0,454	0,509	0,595	0,490	0,502

P-Werte bezogen auf Konfidenzlevel 95% (Methode LSD)

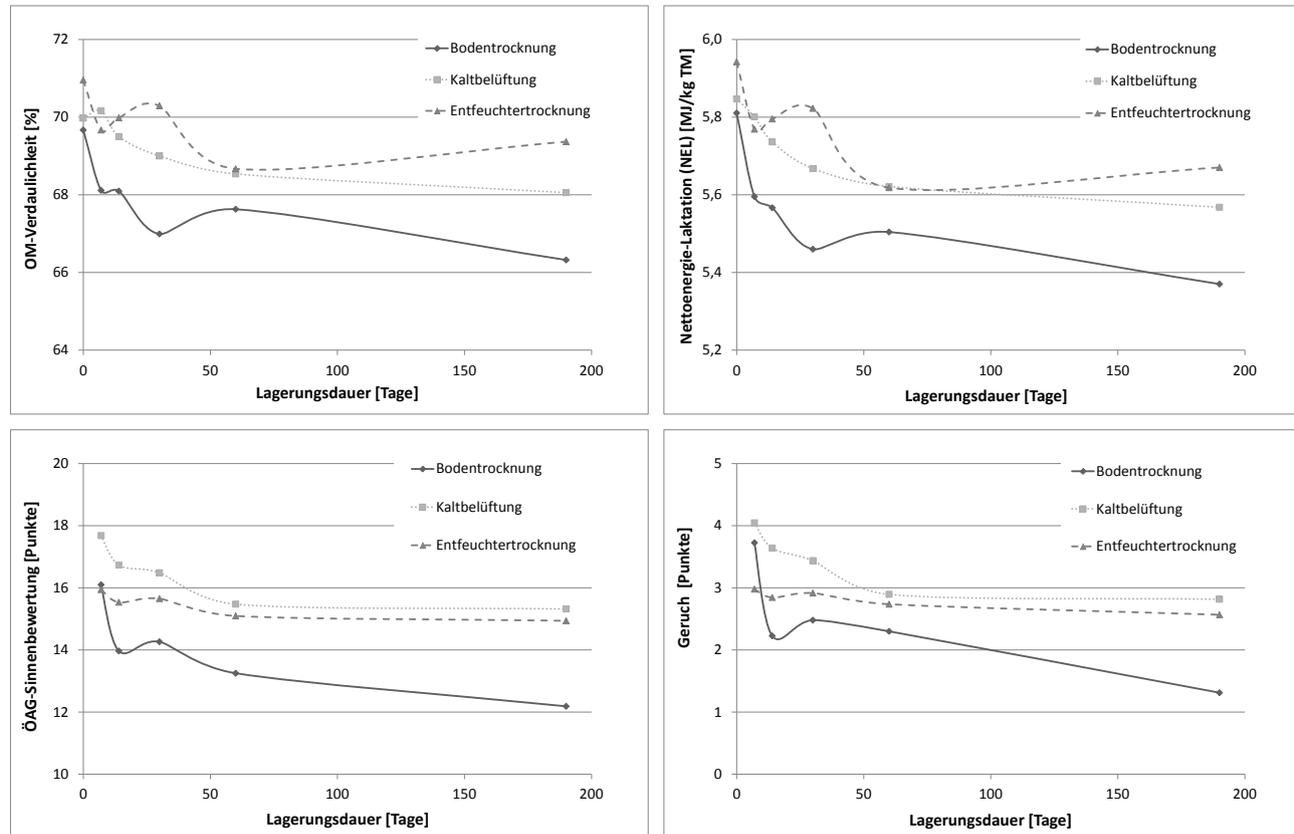


Abbildung 2: Einfluss von Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer auf OM-Verdaulichkeit, Nettoenergie und ausgewählte Parameter der ÖAG-Sinnenprüfung von Raufutter

Tabelle 4: Allgemeine Auswirkung von Jahr, Aufwuchs, Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer auf OM-Verdaulichkeit, Futterenergie und ÖAG-Sinnenbewertung von Raufutter

Faktor	Anzahl	dOM	ME	NEL	Geruch	Farbe	Struktur	Schmutz	Punkte
Gesamt	198	68,9	9,62	5,68	2,9	4,0	6,7	1,7	15,2
Jahr									
2010	72	66,6 ^a	9,25 ^a	5,42 ^a	2,2 ^a	3,7 ^a	6,6	1,7	14,2 ^a
2011	72	68,9 ^b	9,67 ^b	5,72 ^b	2,9 ^b	4,0 ^a	6,7	1,8	15,3 ^b
2012	54	71,4 ^c	9,93 ^c	5,89 ^c	3,5 ^c	4,5 ^b	6,8	1,5	16,2 ^b
Aufwuchs									
1	54	72,6 ^c	10,33 ^c	6,17 ^c	3,1	4,0	6,4 ^a	2,1 ^c	15,6
2	54	69,2 ^b	9,76 ^b	5,78 ^b	2,9	4,2	6,8 ^{bc}	1,7 ^b	15,5
3	54	64,2 ^a	8,85 ^a	5,13 ^a	2,6	3,8	6,6 ^b	1,5 ^{ab}	14,6
4	36	69,8 ^b	9,54 ^b	5,62 ^b	2,8	4,3	6,9 ^c	1,3 ^a	15,4
Variante									
Bodentrocknung	66	67,8 ^a	9,44 ^a	5,55 ^a	2,4 ^a	3,4 ^a	6,3 ^a	1,8	14,0 ^a
Kaltbelüftung	66	69,2 ^b	9,66 ^b	5,71 ^b	3,4 ^b	4,5 ^b	6,8 ^b	1,7	16,3 ^b
Entfeuchter	66	69,8 ^b	9,75 ^b	5,77 ^b	2,8 ^{ab}	4,2 ^b	6,9 ^b	1,5	15,4 ^b
Lagerungsdauer									
0 (Einfuhr)	33	70,2	9,92 ^b	5,87 ^b					
nach 7 Tagen	33	69,3	9,68 ^{ab}	5,72 ^{ab}	3,6 ^b	4,2	6,8	2,0 ^b	16,6 ^c
nach 14 Tagen	33	69,2	9,64 ^{ab}	5,70 ^{ab}	2,9 ^{ab}	4,1	6,8	1,6 ^a	15,4 ^{abc}
nach 30 Tagen	33	68,8	9,58 ^a	5,65 ^a	2,9 ^{ab}	4,1	6,7	1,7 ^a	15,5 ^{bc}
nach 60 Tagen	33	68,3	9,48 ^a	5,58 ^a	2,6 ^a	3,9	6,5	1,6 ^a	14,6 ^{ab}
Fütterung	33	67,9	9,41 ^a	5,54 ^a	2,2 ^a	3,8	6,6	1,4 ^a	14,1 ^a

Einheiten: dOM [%], ME und NEL [MJ/kg TM], Parameter der ÖAG-Sinnenprüfung: Geruch, Farbe, Struktur, Schmutz [Punkte]

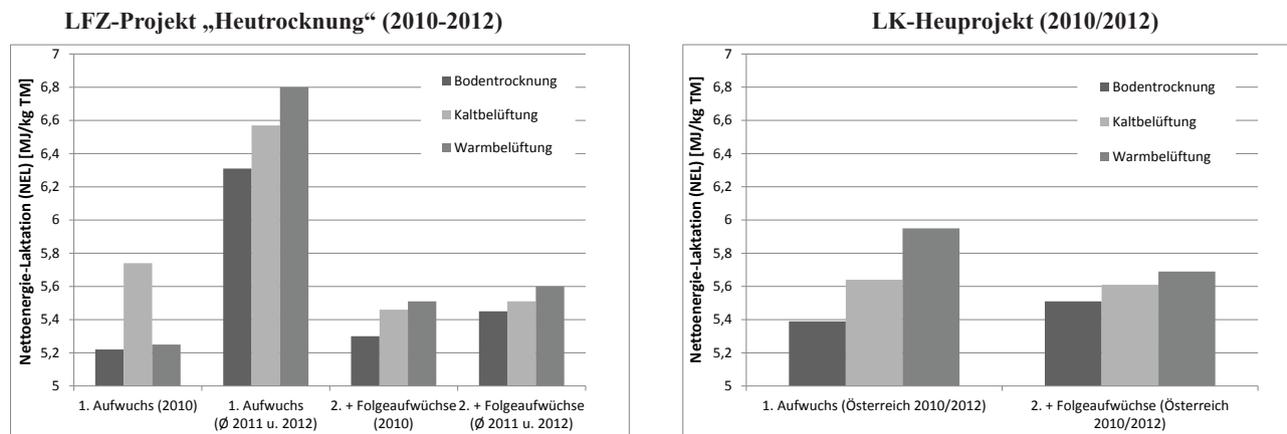


Abbildung 3: Einfluss von Heutrocknungsverfahren auf NEL in Raufutter unterschiedlicher Aufwüchse (links: LFZ-Projekt „Heutrocknung“, rechts: LK-Heuprojekt)

der Lagerungsphase konnte allgemein eine Abnahme der Qualität beobachtet werden. Die OM-Verdaulichkeit sank von der Einfuhr bis zur Fütterung im Durchschnitt um 2,3 Absolut-%-Punkte ab. Die energetische Einbuße war mit 0,33 MJ NEL/kg TM noch stärker ausgeprägt. Von den drei Trocknungsverfahren verlor Bodenheu während der Lagerung mehr als 0,4 MJ NEL/kg TM, während die Verluste bei Kaltbelüftungsheu bzw. Entfeuchterheu mit ~0,25 MJ NEL/kg TM geringer ausfielen. Die Frage inwieweit die mikrobiologische Dynamik während der Lagerung mit den Qualitätsverlusten korrespondierte kann aus den vorhandenen Daten beantwortet werden und wird Gegenstand von eigenen Auswertungen von Dr. Adler (AGES Linz) und Resch (LFZ Raumberg-Gumpenstein) sein.

Der Qualitätsvergleich zwischen dem LFZ-Projekt „Heutrocknung“ (2010-2012) und dem LK-Heuprojekt 2010/2012 (Resch, 2013) ergab interessante Effekte in Bezug auf die Unterschiede zwischen Trocknungsverfahren und Aufwüchsen (Abbildung 3). Die Abstufung zwischen den geprüften Trocknungsverfahren war im 1. Aufwuchs stärker als in den Folgeaufwüchsen. Die technischen Probleme bei der Luftentfeuchtertrocknung wirkten sich im 1. Aufwuchs 2010 stark negativ auf die NEL-Konzentration aus (Abbildung 3, links). Weiters war das Energie-Niveau im 1. Aufwuchs des LFZ-Projektes (2011-2012) wesentlich höher als die Durchschnittswerte der österreichischen Heubauern (Abbildung 3). Die Energiedifferenzen im 1. Aufwuchs des LK-Heuprojektes wurden durch den Umstand verstärkt, dass Bodenheu um durchschnittlich 10

Tage später geerntet wurde als Warmbelüftungsheu. In den Folgeaufwüchsen konnten nur geringfügige Differenzen zwischen beiden Projekten festgestellt werden.

Im Projekt „Heutrocknung“ wurden neben zahlreichen Analysen auch organoleptische Bonitierungen von Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigung (ÖAG-Sinnenprüfung) durchgeführt. Informationen über Geruch, Farbe und Staubigkeit sollten die gesamtheitliche Aussage im Systemvergleich verbessern. Auch in diesem Bereich konnte ein starker Jahreseffekt bestätigt werden (Tabelle 3). Speziell das Versuchsjahr 2010 war in der Geruchs- und Farbbewertung tiefer als die übrigen Jahre. In den Aufwüchsen fiel der 3. Aufwuchs durch schlechtere Konservierungsqualität auf, die übrigen Aufwüchse lagen in den Gesamtpunkten gleich auf. Das Trocknungsverfahren hatte einen großen Einfluss auf die sensorisch erfasste Konservierungsqualität, vor allem auf Geruch, Farbe und Verunreinigung (insbesondere Staubigkeit). Am schlechtesten schnitt im Projekt „Heutrocknung“ die Bodenheuvariante ab mit schlechteren Werten für Geruch und Farbe sowie einen durch den geringeren Blattanteil bewirkten niedrigeren Strukturwert (Tabelle 4).

Mengen- und Spurenelemente

In der Versorgung der Nutztiere spielen Mineralstoffe eine ganz wesentliche Rolle für den Stoffwechsel (Resch *et al.*, 2009), daher wurden im Projekt „Heutrocknung“ auch Mengen- und Spurenelemente analysiert. Die statistische

Tabelle 5: Haupt- und Wechselwirkungseffekte auf unterschiedliche Mineralstoffe von Raufutter (P-Werte und R²)

Faktor	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Jahr (J)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aufwuchs (A)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trocknungsverfahren (T)	0,011	0,586	0,062	0,302	0,007	0,504	0,668	0,688	0,789
Lagerungsphase (L)	0,537	0,997	0,673	0,549	0,829	0,994	0,985	0,389	0,424
T x J	0,804	0,801	0,874	0,963	0,047	0,871	0,780	0,174	0,618
T x A	0,163	0,993	0,587	0,968	0,845	0,962	0,926	0,966	0,661
T x L	0,888	0,997	0,969	0,979	0,953	1,000	0,999	0,999	0,976
L x J	0,660	0,965	0,870	0,528	0,952	0,970	0,997	0,878	0,920
L x A	0,949	0,491	0,919	0,858	0,552	0,999	0,989	0,986	0,950
R ²	0,681	0,704	0,735	0,540	0,691	0,587	0,625	0,639	0,791

P-Werte bezogen auf Konfidenzlevel 95% (Methode LSD)

Tabelle 6: Allgemeine Auswirkung von Jahr, Aufwuchs, Trocknungsverfahren und Lagerungsdauer auf Mengen- und Spurenelemente von Raufutter

Faktor	Anzahl	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Gesamt	198	7,9	2,5	3,1	17,5	415	1287	138,4	35,4	11,1
Jahr										
2010	72	9,1 ^b	2,7 ^b	3,3 ^b	17,7 ^b	443 ^b	1018 ^a	138,1 ^b	34,5 ^a	11,7 ^b
2011	72	7,2 ^a	2,4 ^a	2,6 ^a	16,6 ^a	453 ^b	931 ^a	120,2 ^a	34,2 ^a	10,7 ^a
2012	54	7,3 ^a	2,3 ^a	3,2 ^b	18,1 ^b	348 ^a	1912 ^b	156,9 ^c	37,5 ^b	10,9 ^a
Aufwuchs										
1	54	7,2 ^a	2,1 ^a	2,6 ^a	17,8 ^b	279 ^a	504 ^a	97,4 ^a	31,3 ^a	9,6 ^a
2	54	7,6 ^b	2,5 ^b	2,8 ^b	19,2 ^c	333 ^b	717 ^a	121,8 ^b	30,7 ^a	10,1 ^b
3	54	8,6 ^c	2,6 ^{bc}	3,5 ^d	16,1 ^a	523 ^c	1783 ^b	158,0 ^c	38,1 ^b	11,9 ^c
4	36	8,0 ^b	2,7 ^c	3,3 ^c	16,8 ^a	525 ^c	2143 ^c	176,4 ^d	41,6 ^c	12,8 ^d
Variante										
Bodentrocknung	66	7,7 ^a	2,4	3,0	17,3	447 ^b	1360	141,1	35,3	11,1
Kaltbelüftung	66	7,8 ^a	2,5	3,1	17,4	412 ^{ab}	1296	137,6	35,2	11,1
Entfeuchter	66	8,2 ^b	2,5	3,2	17,7	385 ^a	1204	136,5	35,8	11,0
Lagerungsdauer										
0 (Einfuhr)	33	8,1	2,5	3,1	17,0	425	1268	139,4	35,9	11,2
nach 7 Tagen	33	7,7	2,4	3,0	17,4	407	1229	136,0	34,3	10,9
nach 14 Tagen	33	7,7	2,5	3,0	17,4	414	1273	136,3	35,0	11,0
nach 30 Tagen	33	7,9	2,5	3,1	17,4	424	1288	138,6	35,2	11,2
nach 60 Tagen	33	7,9	2,5	3,1	17,6	425	1333	140,9	35,6	11,3
Fütterung	33	7,9	2,5	3,1	17,8	393	1329	139,2	36,5	11,1

Einheiten: Ca, P, Mgu und K [g/kg TM]; Na, Fe, Mn, Zn und Cu [mg/kg TM]

Auswertung ergab für die Faktoren Jahr und Aufwuchs in allen Parametern hoch signifikante Effekte (Tabelle 5), wobei der Aufwuchs in der Varianzkomponentenanalyse jeweils den größten Anteil an der Datenvariabilität aufwies.

Das Raufutter des 1. Aufwuchses wies allgemein die niedrigsten Elementkonzentrationen je kg Trockenmasse auf. Mit jedem weiteren Schnitt stiegen insbesondere die Werte von Phosphor (P), Natrium (Na), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn) und Kupfer (Cu) an. Im Vergleich zu den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (Resch *et al.*, 2006) lagen die Elementgehalte mit Ausnahme von Kalium, Mangan und Kupfer im Normalbereich. Die Kaliumgehalte waren relativ niedrig, während Mangan hohe und Kupfer sehr hohe Konzentrationen in der TM aufwies.

Der Anstieg der Eisengehalte in den Aufwüchsen von ~500 auf ~2.100 mg/kg TM unterstreicht das Ergebnis der Sandanalyse und liefert einen starken Zusammenhang mit einer erdigen Verunreinigung des 3. und 4. Aufwuchses (Resch *et al.*, 2013). Das Trocknungsverfahren hatte bei Natrium einen hoch signifikanten (Tabelle 5), bei Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) einen signifikanten Einfluss. Dieser Effekt drückte sich bei Ca und Mg in einer Zunahme der Werte durch Belüftung gegenüber der Bodentrocknung aus. Bei Na wies hingegen das Bodenheu die höchsten Gehalte auf. Die Lagerungsphase hatte keinen Effekt auf Mengen- und Spurenelemente, es zeigte sich bei keinem der untersuchten Elemente eine trendmäßige Zu- oder Abnahme.

Schlussfolgerungen

Für etwa 8.000 österreichische Heumilchbetriebe sind Ergebnisse aus exakten Systemvergleichen äußerst wichtig, um die Qualität des Raufutters zu verbessern bzw. fundierte Entscheidungshilfen für die Heutrocknungstechnik zu er-

halten. Das Forschungsprojekt „Heutrocknung“ des LFZ Raumberg-Gumpenstein konnte für ein Vierschnitt-Regime qualitative Unterschiede zwischen drei Trocknungsverfahren feststellen. Unter ansonsten gleichgeschalteten Versuchsbedingungen führten die beiden Heubelüftungsverfahren insbesondere im Bereich der Energiekonzentration zu besseren Heuqualitäten als die Bodenheutrocknung. Die Luftentfeuchtertrocknung fiel in den Parametern Rohprotein, Rohfett, Sandanteil und Calcium positiv auf, allerdings waren diese Vorsprünge gegenüber der Kaltbelüftung im Allgemeinen nicht statistisch absicherbar. Die Effekte zwischen Luftentfeuchtertrocknung und Kaltbelüftung änderten sich auch nicht durch Ausklammerung des ersten Versuchsjahres, wo technische Probleme bei der Luftentfeuchtertrocknung die damit erzielte Heuqualität negativ beeinträchtigte. In 5 von insgesamt 11 Vergleichsversuchen war das Heu aus der Luftentfeuchtertrocknung qualitativ besser als kalt belüftetes Heu, in 2 Fällen gleichwertig und in 4 Fällen schlechter. Die 4 Fälle mit schlechteren Ergebnissen der Luftentfeuchtertrocknung hatten jeweils technische Störungen der Anlage als Ursache. Je höher der Wassergehalt im Erntegut wird, umso wichtiger ist eine gut funktionierende Heubelüftung, damit sehr gute Futterqualitäten konserviert und den Nutztieren vorgelegt werden können.

Literatur

- Adler, A., 2002: Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. 8. Alpenländisches Expertenforum zum Thema: Zeitgemäße Futterkonservierung, BAL Gumpenstein, 9.-10. April 2002, Tagungsband, 17-25.
- Arrigo, Y., 2010: Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung von konserviertem Raufutter. *Agrarforschung Schweiz* 1 (10) 2010, 366-371.

- Buchgraber, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Habilitationsschrift, Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 31.
- Buchgraber, K., Gindl, G., 2004: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. Leopold Stocker Verlag, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, 192 S.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.
- Gindl, G., 2002: Zeitgemäße Heubereitung und Heuqualität in der Praxis. Bericht über das 8. Alpenländische Expertenforum zum Thema „Zeitgemäße Futterkonservierung“, BAL Gumpenstein, Irdning, 9.-10. April 2002, 67-72.
- Gruber, L., Steinwider, A., Guggenberger, T., Wiedner G., 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- Gruber, L., 2009: Chemische Zusammensetzung, Analytik und Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer. Übers. Tierernährg. 37 (2009) 45-86.
- Höhn, E., 1986: Feldverluste bei der Futterente. Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT), FAT-Berichte 285, Tänikon, 7 S.
- Meisser, M., Wyss, U., 1999: Qualität von unterschiedlich konserviertem Dürrfutter. AGRARFORSCHUNG 6 (11-12), 437-440.
- Nydegger, F., Wirleitner, G., Galler, J., Pöllinger, A., Caenegern, L., Weingartmann, H., Wittmann, H., 2009: Qualitätsheu durch effektive und kostengünstige Belüftung. Der Fortschrittliche Landwirt (3) 2009, Sonderbeilage 12 S.
- Resch, R., 2004: Die Bestimmung der in vitro-Verdaulichkeit mit der modifizierten Zweistufenmethode nach Tilley und Terry (1968) an der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein. Vervielfältigtes Vortragsmanuskript für das Vorlesungsseminar Grünland II der BOKU von 17. bis 22. Mai 2004, BAL Gumpenstein, 10 S.
- Resch, R., 2010: 1. Österreichische Heumeisterschaft. Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Tätigkeit (3534), LFZ Raumberg-Gumpenstein, 64 S.
- Resch, R., 2011: Raufutterqualität auf österreichischen Betrieben. Abschlussbericht der wissenschaftlichen Tätigkeit 3583 (DaFNE 100683) „Praxisheu“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 56 S.
- Resch, R., 2013: Einfluss des Managements auf die Raufutterqualität von Praxisbetrieben. Abschlussbericht der wissenschaftlichen Tätigkeit 3603 (DaFNE 100842) „Top-Heu“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 24 S.
- Resch, R., 2013: Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe – Ergebnisse aus LK-Heuprojekten. Bericht zur 40. Viehwirtschaftlichen Fachtagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning 18.-19. April 2013, 57-72.
- Resch, R., Gruber, L., Gasteiner, J., Buchgraber, K., Wiedner, G., Pötsch, E. M., Guggenberger, T., 2009: Mineralstoffgehalte machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2009, 8 S.
- Resch, R., Guggenberger, T., Wiedner, G., Kasal, A., Wurm, K., Gruber, L., Ringdorfer, F., Buchgraber, K., 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2006, 20 S.
- Sauter, J., Latsch, R., Hensel, O., 2012: Eine neue Methode zur Bestimmung von Bröckelverlusten. Agrarforschung Schweiz 3 (3) 2012, 164-167.
- Stockinger, C., 2009: Milchproduktion in Zukunft – Gewinnen wir den Wettbewerb?, Tagungsband 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchmarkt, Bestandesbetreuung, Mineralstoffversorgung, Forschungsergebnisse LFZ, Mutterkuhhaltung und Weidehaltung von Milchkühen, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 16.-17. April 2009, 11-18.
- Tilley, J. M. A., Terry, R. A., 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104-111.